

ENERJİ POLİTİKALARI; YERLİ, YENİ ve YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI¹

Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu Adına

Ahmet ENİŞ - MMO Yönetim Kurulu Üyesi

GİRİŞ

Küresel güçlerin egemenliğindeki dünyada ulus ötesi sermaye gurupları teknoloji, enerji, su ve petrol kaynaklarının paylaşım ve denetimi için birbirleriyle kıyasıya mücadele ediyorlar. Sanayi devrimlerinden bu yana, özellikle 19 ve 20. yüzyıllardaki gelişmelerin bir devamı olarak enerji bugün de dünya çapındaki önemi koruyor. 21. yüzyıla kapitalist sistemin işleyişini belirleyen sömürü ilişkisinin “KÜRESELLEŞME” adı altında yeniden tanımlandığı bir süreç olarak girildi. Kapitalist küreselleşme süreci ticari, mali ve sanayi sermayenin faaliyet alanlarının önceki çerçevelerini ve ulusal sınırları aşarak çok uluslu şirketlerin egemenliğinde dünya çapında yeni düzenlemelerin yapılmasıyla karakterize olmaktadır. Bu dönemi uluslararası sermayenin teknoloji ve enerji alanında bir egemenlik mücadelesi veya uluslararası rekabet ve hegemonya mücadelesinin bir parçası olarak da tanımlamak mümkündür.

Bugün dünya ölçeğinde küreselleşme sürecinin temel aktörleri olan emperyalist ülkelerin uluslararası sermayeye yeni sömürü alanları açmak üzere, gelişmekte olan ülkelere kendi programlarını dayattıkları bir dönem yaşanmaktadır. Bu programlar ile az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere ulus-devlet yapılanması geriletilmekte, kamusal varlıklar özelleştirme, küçültme, kapatma yoluyla işlevsizleştirilmektedir. Borç yükü altındaki gelişmekte olan ülkelere, Dünya Bankası (DB) ve Uluslararası

¹ Bu metin TMMOB Makina Mühendisleri Odası “enerji politikaları; yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları” raporunun özetidir.

Para Fonu (IMF) tarafından dayatılan politikalarla, ulusal düzenlemeler, küresel piyasa kurallarına bağımlı kılınmaktadır. Egemen güçler, uluslararası sermayenin önündeki engelleri kaldırmak amacıyla, neo liberal politikalar doğrultusunda devleti yeniden yapılandırmakta, ekonomi siyasetten ayırıştırılmakta ve özelleştirme politikalarıyla süreç yeniden biçimlendirilmektedir.

Uluslararası sermayenin bir aracı olan Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ)'nün bünyesinde gerçekleştirilmekte olan ve ülkemizin de imzaladığı Hizmet Ticareti Genel Anlaşması (GATS), enerji de dahil olmak üzere birçok kamusal alanın ticarileştirilmesini ve piyasa ilişkilerine açılmasını öngörmektedir. Kapitalizmin derin ekonomik krizi sonucu, ürün fazlası oluşumu ve kâr getiren alanların küçülmesi, sermayeyi insanların en çok gereksinim duydukları enerji (su, petrol, doğalgaz vb.), eğitim ve sağlık gibi kamusal hizmetleri yeni yatırım alanları olarak ticarileştirmeye yöneltmektedir. Uluslararası Tahkim, Çok Taraflı Yatırım Garantisi Ajansı (MİGA) ve Çok Taraflı Yatırım Anlaşması (MAI) yoluyla gelişmiş kapitalist ülkelere çeşitli ayrıcalıkların sağlanması ile diğer birçok alan gibi enerji alanı da uluslararası sermayenin denetimine açılarak piyasa gerekleri doğrultusunda şekillendirilmeye çalışılmaktadır.

Dünyadaki enerji kaynakları sınırlıdır. Enerji kaynaklarını ellerinde tutmak isteyen başta ABD olmak üzere gelişmiş kapitalist ülkeler, enerji ve doğal kaynakları kontrol edebilmek için enerji kaynaklarına sahip ülkelere ekonomik ve siyasi alanda müdahale etmekte, işgal politikalarına başvurmaktadır. Bunun son örnekleri, değişik gerekçelerle Afganistan ve Irak işgalleridir.

Günümüzde emperyalist güçler arası ilişkide, enerji ve enerji kaynaklarının en önde gelen etkenlerden biri olduğu açıktır. Önümüzdeki 20-30 yıl içinde uluslararası ilişkilerde ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) dış politikasının öncelikler listesi içinde enerji jeopolitiğinin ağırlığının giderek artacağı görülmektedir.

Enerjiyi kısaca bir cismin veya bir sistemin iş yapabilme yeteneği olarak tarif etmek mümkündür. Başlıca enerji çeşitleri kimyasal enerji, ısı enerjisi, elektrik enerjisi ve mekanik enerji olarak sıralanmaktadır. Bu enerjiler enerji dönüşüm sistemleri sayesinde birbirlerine dönüşebilir ve iş yapabilmektedirler.

Günümüzde enerji üretim ve tüketim miktarları ülkelerin gelişmişliğinin en önemli göstergelerinden biri haline gelmiştir. Bununla birlikte 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sanayileşmiş ülkelerde enerji üretimi / dönüşümü / tüketimi kay-

naklı çevre kirliliği (başta fosil yakıtların yanması sonucu kirletici gazlar uçucu kül emisyonu) etkisini göstermiş ve enerji çevre ile birlikte ele alınmaya başlanmıştır.

İnsan yaşamının vazgeçilmez bir parçası olan enerji, geçmişte olduğu gibi bugün de dünya ve Türkiye gündeminde tartışılan konuların başında yer almaktadır. Enerji, ülkelerin ekonomik ve sosyal olarak gelişiminde, dolayısıyla toplumsal refahın artırılmasında vazgeçilmez bir etken olmaya devam edecektir. Dünyadaki enerjilerin orijini olarak güneş enerjisi gösterilmekte, enerjiler “güneş enerjisi” orijinli, dönüşüm enerjileri olarak tanımlanmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük bir çoğunluğu enerjisini direkt veya indirekt olarak güneşten almakta, dolayısıyla bu kaynaklar sürekli olarak yenilendiklerinden tükenmemektedirler. Tüm yenilenebilir enerjiler ve hatta fosil yakıtlar enerjilerini güneşten almaktadır. Potansiyeli mevcut olan ve teknolojik gelişmelere paralel olarak yeni faydalanılabilen enerji kaynakları “YENİ”; tükenmeyen, eksilmeyen kaynaklar da “YENİLENEBİLİR” enerji kaynakları olarak ifade edilmektedir.

1. DÜNYA

Dünya ölçeğinde kullanmakta olduğumuz enerjinin çoğu petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmekte olup bu kaynakların rezervlerinin de oldukça sınırlı olduğu yapılan araştırmalarla belirlenmektedir. Dünyamızdaki petrol rezervlerinin 40 yıl, doğalgaz rezervlerinin 67 yıl ve kömür rezervlerinin 227 yıl sonra tükeneceği bilim insanları tarafından ifade edilmektedir. Yeni aramalarla bulunan ve bugüne değin ekonomik olmadığı gerekçesiyle değerlendirilmeyen sahaların kullanıma açılması vb. gelişmelerle mevcut rezervlerin sonuna doğru yaklaşmaktadır. Ayrıca fosil yakıtların sera gazı olarak bilinen CO₂ gazını yaydığı için küresel iklim değişikliklerine neden olduğu da bilinen bir gerçektir. Bu nedenle fosil yakıtlardan üretilen enerjinin gerçek fiyatını bulmak için uzun dönemde meydana gelebilecek çevre etkisi ve insan sağlığı üzerine olan etkilerini de göz önüne almak gerekmektedir.

Alternatif enerji kaynakları konusunda yapılan çok ciddi çalışma ve araştırmalara rağmen fosil yakıtların toplam dünya enerji tüketimi içerisindeki payı halen %85-90 oranında yer almaktadır. Günümüzde kullandığımız ikincil enerjinin büyük bir kısmı da halen petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir.

Dünya elektrik enerjisi üretimi ise yaklaşık olarak %64,5'i fosil yakıtlar (%38,7 kömür, %18,3 doğal gaz, %7,5 petrol), %7'si nükleer enerji, %16,5'i hidrolik enerji

ve %13'ü diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından gerçekleşmektedir. İçinde bulunduğumuz yüzyılın özellikle ilk yarısında elektrik enerjisi üretiminde fosil yakıtların baskınlığını koruması beklenmektedir. Beklenen en önemli değişiklik doğal gazın, fosil yakıt tüketimi içindeki payının artmasıdır.

Fosil yakıtların olumsuz çevresel etkilerinden dolayı gelişmiş ülkelerde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanan güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, bio-enerji, hidrojen, dalga/okyanus ve rüzgar enerjisi gibi alanlarda çok ciddi AR-GE çalışmaları yapılmaktadır.

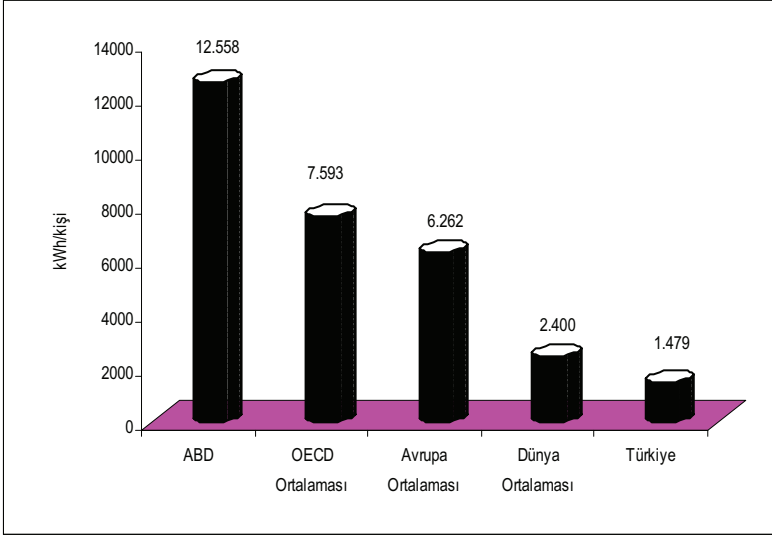
Dünyada enerji tüketimi oranları incelendiğinde ülkelerin sosyo-ekonomik gelişmişliklerine göre değişiklikler gösterdiği görülmektedir. Dünyada birincil enerji kaynaklarının üretim ve tüketim oranlarına bakıldığında Kuzey Amerika, Avrupa, Asya ve Pasifik bölgelerinin ürettikleri enerjinin üzerinde tükettikleri bilinmektedir. Buna rağmen dünyada yaşanan gelişmeler incelendiğinde, enerji tüketiminin büyük bölümünü gerçekleştiren gelişmiş ülkelerde enerji talebinin belirli bir doygunluğa ulaştığı ve talep artış hızlarının giderek yavaşladığı da gözlemlenmektedir. Dolayısıyla önümüzdeki yıllarda elektrik enerjisi başta olmak üzere enerji talep artışlarının gelişmekte olan ülkelerde beklenmektedir.

2. TÜRKİYE

Ülkemizde 1980'li yıllarda serbest piyasa ekonomisine geçişle birlikte uygulanan ekonomik ve siyasal politikalar sonucunda ortaya çıkan durum, diğer gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi daha fazla işsizlik, yoksulluk ve açlıkla birlikte bağımlılık olmuştur. Ülkemizde uzun yıllardır uluslararası sermaye kuruluşları olan DB, DTÖ, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD), Avrupa Birliği (AB) ve IMF gibi kuruluşların istekleri doğrultusunda izlenen politikalar uygulanmaktadır. Bu politikalar sonucunda ulusal ve kamusal bir enerji politikası uygulanamamakta, doğal kaynaklarımız etkin, verimli ve yeterli bir şekilde kullanılamamakta enerji sektöründe özelleştirme ve ticarileştirme uygulamaları öne çıkarılmaktadır.

2004'ün başları itibarıyla ülkemizin elektrik enerjisi üretim tesislerinin kurulu gücü yaklaşık 32.000 MW olup, 13.000 MW'lık bir enerji üretebilecek tesisler inşa halindedir. Türkiye'de kişi başına düşen net elektrik enerjisi tüketiminin 2002 yılında 1.479 kWh/kişi, 2003 yılında 1.581 kWh/kişi'dir. 2002 verilerine göre Avrupa ortalaması 6.262 kWh/kişi, ABD'de 12.558 kWh/kişi, OECD ülkeleri ortalaması 7.593 kWh/kişi ve dünya ortalamasının ise 2.400 kWh/kişi olduğu dikkate alındığında,

ülkemizde kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketiminin ne kadar düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bunun yanında enerji tüketimi 1975 yılında 334 kWh iken 2003 yılında 1.581 kWh'e ulaştığı da görülmektedir.



Grafik 1: 2002 Yılı Verilerine Göre Kişi Başı Elektrik Enerjisi Tüketiminin Karşılaştırılması (kWh)

Bugüne değin izlenen hatalı politikalar sonucunda, ülkemiz enerji ihtiyacını kendi öz kaynaklarından değil dışardan satın alarak karşılayan bir duruma gelmiştir. Bu anlayış ülkemizi bağımlı bir hale getirmekte ve ulusal kaynaklarımızın uluslararası sermayeye aktarılması anlamına gelmektedir.

Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları çok zengin olmasına ve ülkenin enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilecek bir potansiyele sahip olmasına karşın yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları ya hiç kullanılmamakta ya da potansiyelin çok altında değerlendirilmektedir.

Türkiye de enerji ihtiyacının büyük bir çoğunluğu ağırlıklı olarak fosil yakıt kaynaklarından sağlanmaktadır. 2003 yılı itibariyle enerji tüketimimizin sadece %28,3'ü yerli kaynaklarla karşılanabilmiştir.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü tarafından yapılan uzun vadeli projeksiyonlarda dışa bağımlılık oranının 2010'da %71, 2015'de %68 ve 2020 yılı için %70'ler seviyesinde olacağı tahmin edilmektedir. Bu, Türkiye'nin enerji kaynakları açısından net ithalatçı bir ülke konumunda olduğu anlamına gelmektedir.

Ülkemiz çok zengin linyit ve kömür kaynakları bakımından dünya ortalamasının üstünde yer almaktadır. 2004 yılı Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) verilerine göre 5 işletmede 1,344 milyar ton rezerv mevcuttur. Ancak TTK, yıllık olarak bu rezervin sadece 25.684.663 tonundan üretim gerçekleştirmektedir.

Yine ülkemizin yaklaşık 9,3 milyar tonluk linyit rezervlerinden yıllık 50 milyon ton üretim yapılmaktadır. Mevcut linyit rezervinin %30'u Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ), %45'i Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), geri kalanı özel sektör ile Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü'ne ait ruhsatlı sahalarda bulunmaktadır. 2,5 milyar tonluk rezervi ile ülke linyit rezervlerinin %30'luk bölümünü elinde bulunduran TKİ ülke üretiminin %60'ını (yaklaşık 30 milyon ton) gerçekleştirmektedir.

2004 yılı itibarıyla tüketilen petrolün sadece %8,6'sı yerli üretim olup, ülkemizin ihtiyaç duyduğu ve ithal edilen %91,4'lük petrol için 6 milyar dolar yıllık ödeme yapılmaktadır. Gerçekleştirilen kömür tüketiminin %90'ı ise yerli üretimdir. Yerli kömür kaynakları yeterince değerlendirilmezken, yıllık 1 milyar doları aşan miktarlar kömür ithalatına harcanmaktadır. Türkiye enerji sektöründe bu tüketim potansiyeli ile birlikte, yerli üretimin düşüklüğü ve yeraltı/yerüstü kaynaklarımızın yeterince kullanılmamasından dolayı gelecekte de dışa bağımlı olacaktır.

Ayrıca yerli enerji kaynaklarının yeterince değerlendirilmemesi nedeniyle bütünüyle ithalat yoluyla temin edilen doğal gazın toplam enerji üretimi içindeki payı artmaktadır. Toplam elektrik enerjisi üretimi içinde doğal gazın payının %40'lar oranına ulaşmasına yönelik uygulamalar, elektrik üretiminde kaynak kullanımı açısından varılan çarpıklığı göstermektedir. Bu durum olası uluslararası politik gelişmelere bağlı olarak ithalatın kesintiye uğraması riskini de taşıdığından oldukça sakıncalıdır.

Bugün ülkemizdeki mevcut ekonomik HİDROLİK kaynaklı 127,6 Milyar kWh/yıl enerji potansiyelinin %57'si (ülkemizde kullanılan hidrolik kaynağın oranı %35 olup geri kalan %8'lik kısım ise inşa halindedir); RÜZGARDA 10.000 MW ekonomik potansiyelin %85'i; JEOTERMAL kaynak potansiyelin %95'i; sınırsız enerji kaynağı olan ve ülkemizin her bölgesinin sahip olduğu GÜNEŞ enerjisi kullanılmamaktadır.

Oysa yenilenebilir enerji kaynaklarımızın kullanımının özendirilmesi, yaygınlaştırılması ve bu kaynakların kullanımı ile elektrik enerjisi üretim sistemlerini oluşturan malzeme, cihaz ve ekipmanların yerli üretim koşullarının oluşturulması ve hatta bu alanda teknoloji üretebilir bir seviyeye ulaşmamız gerekmektedir.

Ülkemizin içerisinde bulunduğu durumu hidrolik enerji üretimindeki düşük seviye ile örnekleyebiliriz. ABD ve AB ülkelerinde hidrolik enerji kaynaklarının neredeyse tamamı değerlendirilmiş olmasına rağmen bizde bu oran, inşaat halindekilerle birlikte %43 dolaylarındadır.

Tüm bu olumsuzluklara ve zaman kaybına rağmen ülkemiz enerji rezervleri açısından gerek fosil yakıtlar gerekse yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığı ile zengin bir potansiyele sahiptir. Özellikle fosil kaynaklar açısından henüz aranmamış çok büyük alanlar olmasına karşın ülkemizin önemli büyüklüklerdeki taşkömürü, linyit ve asfaltit kaynaklarına sahip olduğu bilinmektedir.

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin olan ülkemizde, yüzey sıcaklığı 40°C'nin üzerinde olmak üzere 140 adet jeotermal saha vardır. Türkiye'nin bu sahalarda brüt teorik ısı potansiyeli 31.500 MW'dir. Elektrik üretimi açısından ise 4.500 MW'lık bir potansiyel olduğu varsayılmaktadır. Ancak 2005 yılı itibarıyla Denizli'de kurulu olan Jeotermal enerji santrali kapasitesi 20 MW gücündedir.

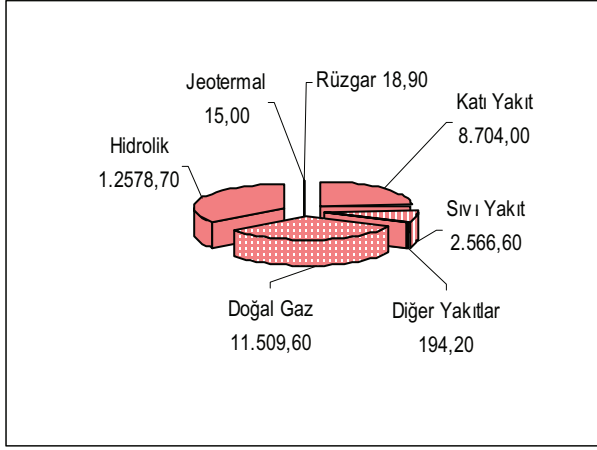
Güneş enerjisi bakımından da ülkemiz geniş avantajlara sahip olmasına rağmen bu alanda gerekli yatırım ve politikalar geliştirilmemiştir.

Yine dünyada rüzgar teknolojisi son derece gelişmiş olup özellikle Amerika'da yapılan araştırmalar sonucunda rüzgar maliyetlerinin kömür ve gaz ile rekabet edebilir noktaya geldiği öne sürülmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda ülkemizde rüzgar potansiyelinin oldukça yüksek olduğu EİEİ ve Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilmiştir. Ancak Türkiye rüzgar enerjisi bakımından İngiltere'den sonra dünyanın en büyük potansiyeline sahip olmasına karşın bu alanda yapılan yatırım yok denecek kadar azdır.

EİEİ verilerine göre Türkiye'de hidrolik enerji kaynağında kurulu güç 12.618 MW (%35,46), üretim ise 45.300 GWh (%32,2); rüzgar + jeotermal enerji kaynaklarında kurulu güç 35,1 MW (%1,14), üretim ise 150 GWh (%0,001); diğer enerji kaynaklarında ise kurulu güç 22.925,2 MW (%64,4), üretim 95.280,5 GWh (%74,76) dır.²

Ülkemizde 2004 yılında üretilen 149.608 milyar kWh elektrik enerjisinin %69,13'ü termik kaynaklardan, %30,77'ü hidrolik kaynaklardan, kalan %0,1'i ise rüzgar ve jeotermal kaynaklardan elde edilmiştir.

² Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü - www.eie.gov.tr



Grafik 2: Türkiye'nin 2003 Yılı Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Detay Dağılımı (MW)

AB ülkeleri elektrik üretimi içindeki yenilenebilir enerjinin payını artırmayı planlarken ve buna uygun politikaları hayata geçirirken, Türkiye'de ise tam tersi politikalar izlenerek hidrolik potansiyelimiz göz ardı edilmektedir. TEAŞ tarafından yayınlanan veriler ve "Orta ve Uzun Dönem Elektrik Enerjisi Üretim Planlama Çalışması"na göre, hidroelektriğin tüm elektrik üretimi içindeki payı 2020 yılında %16,6'ya düşerken, ithal yakıtle üretilen elektriğin payı aynı dönemde %65'e ulaşmaktadır.³

Ülkemiz açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının ulaşılmış olduğu potansiyel yurdumuzun içinde bulunduğu enerji darboğazının aşılması, petrole olan bağımlılığın azaltılması ve döviz kaybının önlenmesi için önemli bir kaynaktır.

Eğer ülkemizde AR-GE çalışmalarına gerekli kaynak ayrılır, uygulamaya yönelik üniversite-İlgili meslek odaları-sanayi işbirliği sağlanır ve bu konuda özellikle ulusal, kamusal bir enerji programı üretilebilirse; ülkemiz gerek ulusal kaynakları gerek insan gücü gerekse yetişmiş ve deneyimli mühendis yapısıyla gerekli teknolojik hamleyi yapabilecek alt yapıya sahiptir.

Ancak genel olarak ülkemizde Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH)'dan AR-GE için ayrılan pay, dünya ülkeleri ile karşılaştırıldığında çok düşük kalmaktadır. Bu oran dünya ortalamasında %2-3 civarında iken ülkemizde %0.6'dır. Enerji

³ Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi (TEAŞ) - www.teias.gov.tr

üretimi konusunda da durum farklı değildir ve AR-GE çalışmaları için yeterli bir organizasyon/çaba bulunmamaktadır.

Özellikle güneş, jeotermal ve rüzgar kaynaklarından enerji elde etmek için gerekli üretim ve ekipmanların büyük bir çoğunluğunun ülkemizde üretimi vardır. Bu konuda gerekli mühendis ve teknik elamana sahip olan ülkemizde gerekli yatırım ve işletme maliyetleri de göz önüne alındığında, “ulusal ve kamusal çıkarları gözetilen bir enerji politikasına” ne kadar çok ihtiyaç olduğu açıktır.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

2001 yılı Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre, yenilenebilir enerji kaynakları (biyokütle, hidroelektrik, güneş, rüzgar, jeotermal vd.) küresel ölçekte Toplam Birincil Enerji Tüketiminin (TPES) %13,5’ünü karşılamıştır.

1990-2001 yılları arasında küresel ölçekte Toplam Birincil Enerji Tüketimi yıllık %1,4 oranında artış göstermesine rağmen, modern yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı (güneş, rüzgar) bu sürede yıllık %19,1 modern biyokütle kaynaklarının kullanımı (kentsel çöp, biyogaz) yıllık %7,6, jeotermal enerji ise yıllık %2,3 oranında artmıştır. 2001 yılında küresel elektrik üretiminin %18,1’i yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır.

Yine aynı yıllarda jeotermal, güneş ve rüzgar enerjileri küresel elektrik üretiminin %0,6’sını oluşturmuştur.

Rüzgar sektöründe yaşananlar bu alandaki en önemli gelişmelerin arasında yer almaktadır. Rüzgar sektöründe tüm dünyada kurulu güç 2003 yılında %26 artmış olup, 2003 sonu toplam kurulu güç 40.000 MW civarındadır. En büyük yatırımları sırasıyla Almanya 14.609 MW (%37), ABD (6.370 MW, %16), İspanya (6.202 MW, %16), Danimarka (3.110 MW, %8) ve Hindistan (2.110 MW, %5) yapmıştır. İngiltere’nin son yıllardaki yatırımları da bu oranları yükseltecektir.

Ülkemizde EİEİ Genel Müdürlüğü verilerine göre Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli;

Hidrolik	7,5 MTEP (Ekonomik Potansiyel)
Rüzgar	19,0 MTEP (Teknik Potansiyel), >2,5 MTEP (Ekonomik)
Jeotermal	5,5 MTEP (Teknik Potansiyel)
Güneş	80,0 MTEP (Teknik Potansiyel)

Biyokütle 6,0 MTEP (Teknik Potansiyel) olarak belirlenmiştir.⁴

Türkiye'nin %65'lik hidrolik, 20-30 milyar kWh'lik rüzgar, 480 MW'lik jeotermal potansiyeli kullanılmayı beklemektedir. Bu potansiyellere güneş, biyoenerji ve diğerlerini de eklersek Türkiye'deki potansiyel gücün ne kadar yüksek olduğu ortaya çıkacaktır.

Sonuçta; Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenebilirliği en az düzeyde çevresel etki yaratmaları, işletme ve bakım masraflarının az olması, yerli nitelikleri ve güvenilir enerji sağlama gibi özellikleri dolayısıyla ülkemiz için oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu enerji kaynaklarının ülkemiz açısından sahip olduğu potansiyel ve kullanım alanları aşağıdaki bölümlerde belirtilmektedir.

3.1. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, elektrik üretiminde en önemli kaynaklardan biridir ve birçok ülkede enerji ihtiyacının %25'inden fazlası bu kaynaklardan karşılanmaktadır. Hidroelektrik, yaklaşık 65 ülkenin ulusal elektriğinin %50'sini, 32 ülkenin %80'nini ve 13 ülkenin elektriğinin neredeyse tamamını sağlamaktadır.⁵

Çok sayıda ülke, hidroelektriği gelecekteki ekonomik gelişmelerinin anahtarı olarak görmekte ve bu yönde strateji belirlemektedir.

Dünyadaki hidroelektrik potansiyeli teknik ve ekonomik olarak incelendiğinde ülkemizin de dünya ölçeğinde önemli bir yerde olduğu görülmektedir. Ancak ülkemizin hidrolik kaynakları değerlendirmede çok düşük değerlerde kaldığı ve bu değerlerle son sıralarda yer aldığı görülmektedir.

Topografya ve hidrolojinin bir fonksiyonu olan brüt hidroelektrik enerji potansiyeli ülkemiz için 433 milyar kWh/yıl'dır. Türkiye'nin teknik yönden değerlendirilebilir hidro-elektrik enerji potansiyeli 216 milyar kWh/yıl civarındadır. 2004 yılı başı itibariyle DSİ tarafından tespit edilen ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel 127,6 milyar kWh/yıl'dır.

433 milyar kWh/yıl brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 paya sahip olan Türkiye 127,6 milyar kWh/yıl ekonomik olarak yapılabılır potansiyeli ile de Avrupa ekonomik potansiyelinin yaklaşık %15'i düzeyinde hidroelektrik potansiyele sahip bulunmaktadır.

⁴ Elektrik İşleri Etüt İdaresi(EİEİ) Genel Müdürlüğü - www.eie.gov.tr

⁵ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) – www.wec-ankara.edu.tr

Ülkemizde su kaynaklarının geliştirilmesinde görev üstlenen EİEİ Genel Müdürlüğü ve DSİ Genel Müdürlüğü gibi kuruluşların yeni enerji olanaklarının yaratılmasına yönelik yapmış oldukları ön inceleme çalışmalarıyla hidrolik enerji potansiyeline her yıl yeni ekler yapılmaktadır.

Diğer taraftan artan enerji talebi karşısında, mevcut birincil enerji kaynaklarının ülkemizin ihtiyacını karşılayamaması nedeniyle, teknik hidroelektrik enerji potansiyelinin güncel veriler ışığında yeniden belirlenmesi ve bu kapsamda küçük Hidro Elektrik Santrali (HES) potansiyelinin tahmin edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda EİEİ 26 hidrolojik havzada küçük akarsular üzerindeki enerji olanaklarına ilişkin ilk etüt proje çalışmalarını sürdürmektedir. DSİ Genel Müdürlüğü tarafından teknik hidroelektrik enerji potansiyelinin belirlenmesine ilişkin olarak havza bazında ön değerlendirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmaya göre 19 milyar kWh büyük HES ve 19 milyar kWh küçük HES projeleri kapsamında olmak üzere toplam 38 milyar kWh hidroelektrik enerji potansiyelinin ek olarak teknik ve ekonomik yönden geliştirilebileceği düşünülmektedir. Buna bağlı olarak mevcut ve tasarlanmış projeler kapsamında önümüzdeki yıllarda geliştirilebilecek yaklaşık 127,6 milyar kWh enerji potansiyelinin 163 milyar kWh/yıl'a yükselebileceği tahmin edilmektedir. 127,6 milyar kWh'lık yıllık ortalama enerji üretim değerini oluşturan 678 adet hidroelektrik santralin 2004 yılı itibarıyla 135'i işletmede, 41'i inşa halinde ve 502 adedi ise proje seviyesindedir. Bir başka deyişle bugün için 127,6 milyar kWh/yıl olan ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin %35'i (45.155 GWh/yıl) işletmede, %8'i (10.129 GWh/yıl) inşa halinde ve %57'si (72.339 GWh/yıl) ise çeşitli aşamalardan oluşan projeler (ilk etüt ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje) düzeyindedir. Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelinin belirlenmesini amaçlayan HYDROPOT araştırma projesini yürüten yetkililer ise yeni metodoloji ile hesaplanacak olan geliştirilmesi gereken hidroelektrik ekonomik potansiyelini 188 milyar kWh/yıl (54.800 MW) dolayında tahmin etmektedirler.⁶

Bu potansiyel, 2005 yılı başı itibarıyla, ön inceleme seviyesinde etüt edilmiş hidroelektrik projelerle, master plan, fizibilite (planlama yapabilirlik), kesin proje, inşa ve işletme aşamalarından oluşan toplam 678 adet hidroelektrik projenin enerji üretim kapasitesini ifade etmektedir.

⁶ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) – www.wec-ankara.edu.tr

Türkiye 26 adet hidrolojik havzaya ayrılmıştır. Havzaların ortalama yıllık toplam akışları 186 milyar m³'tür. Havza verimleri birbirlerinden farklı olup, Fırat ve Dicle havzaları toplam ülke potansiyelinin yaklaşık %28,5'ine sahiptir. Bu potansiyele rağmen gerekli yatırım yapılmamaktadır. Kurulu kapasiteleri 50 MW'ın altında yapımı planlanan 393 HES projesinin toplam kurulu gücü, 5.270 MW (ya da 20.944 GWh/yıl)'tır. 50 MW'ın altındaki HES'lerin gelecekte yapımı planlanan toplam kapasite ve toplam yıllık üretim içindeki payı, sırasıyla (5.270/20.394) %25,8 ve (20.944/71.409) %29,3'tür. İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle, dünyanın birçok ülkesinde 50 MW kurulu kapasite altındaki HES'ler teşvik kapsamına alınarak çeşitli yollarla desteklenmektedir.⁷

Türkiye elektrik üretiminde başta doğalgaz olmak üzere ithal kaynakların payı çok yükselmiştir. En önemli yerli kaynak olan hidrolik enerjiden yararlanma düzeyinin yeterli olmadığı ülkemizde, ulusal enerji politika ve stratejileri oluşturularak, sektörün yerli kaynaklar üretimi ve tüketimi doğrultusunda yönlendirilmesi gerekmektedir.

Hidroelektrik, yerli ve yenilenebilir bir kaynak olarak stratejik özelliği ile enerji alanındaki bağımlılığı azaltacaktır. Türkiye'nin önemli, temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektriğin, yukarıda açıklanan karakteristik ve faydaları da göz önüne alınarak bir an önce geliştirilmesi ve bu amaçla yeni HES'lerin yapımına destek verilmesi, teşvik edilmesi gerekmektedir.

Hidroelektrik santrallerde en önemli konu elektro mekanik ekipman sorunudur. Ülkemizde bugün itibarıyla hidroelektrik santrallerinin elektro mekanik ekipmanları ithal edilmektedir. 502 adet projenin kurulu güçleri toplamı 20.423 MW ve yılda üretilen ortalama enerji 71.445 GWh'dır. Bu da minimum koşullarda 1.500 adet türbin-jeneratör anlamına gelmektedir. Ayrıca ileride gündeme gelecek olan pompa depolamalı santraller ile rehabilitasyon sürecine girmiş olan santrallerde eklenecek olursa bu sayı oldukça artacaktır.

Tabloda verilmiş olan projelerin gerçekleştirilebilmesi için toplam 26 milyar dolarlık bir yatırıma ihtiyaç bulunmaktadır (kurulu güç birim maliyeti 1.250 \$/kW). Hidroelektrik santrallerde yatırım maliyetinin yaklaşık %35-50'sini elektro mekanik ekipmanın oluşturması nedeniyle eğer yerli imalat geliştirilemez ise, yaklaşık 10 milyar dolarlık elektro-mekanik ekipman yatırımı için yurtdışına döviz aktarılacaktır.

⁷ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) -- www.wec-ankara.edu.tr

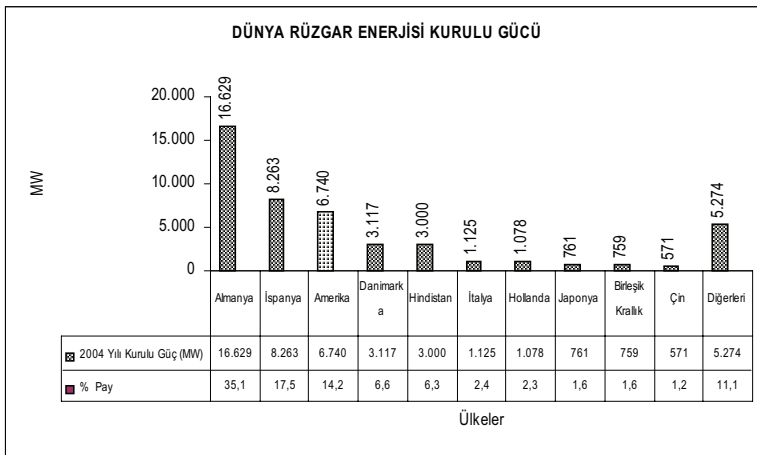
Hidroelektrik santrallerin elektro mekanik ekipmanının büyük küçük ayrımı yapılmaksızın Türkiye’de üretilebilmesi ve belli bir kurulu gücün altındaki santrallerin standardizasyonun gidilebilmesi için AR-GE çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

3.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi, MÖ 4000 yıl kadar önce yelkenlileri hareket ettirmekte, mısır ve buğday öğütmede ve sulamada kullanılmaktaydı. Günümüzde ise rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde yararlanılmaktadır. Rüzgarın elektrik enerjisinde ilk kullanımı 1882 yılında Amerika’nın New York şehrinde gerçekleştirilmiş olup bu konuda çalışmalar günümüzde yaygınlaşarak devam etmektedir. Özellikle 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizi, modern rüzgar türbinlerinin gelişimine önemli katkıda bulunmuştur.

Güneşten, dünyaya her saat 174.423.000.000.000 kWh enerji gelir. Bir başka ifadeyle, dünya güneşten her saatte $1,74 \times 10^{14}$ W güç alır. Güneşten gelen bu enerjinin yaklaşık %1-2 lik kısmı rüzgar enerjisine dönüştürülür. Bu enerji miktarı, dünyadaki tüm bitkiler biyomas enerjisine dönüştürülmüş olsa dahi, ondan 50-100 kat daha fazladır.

Dünyada kurulu bulunan rüzgar santrallerinin 2004 yılı sonu itibarıyla toplam nominal gücü 47.317 MW’ı aşmıştır. Bu düzey 19 milyon ortalama ailenin ya da yaklaşık 60 milyon kişinin elektrik gereksinimini sağlamaya yetecek bir enerjiye karşılık gelmektedir. Bu kapasitenin %73’ü yani yaklaşık 30.000 MW’ı Avrupa’ya aittir.



Grafik 3: Ülkelerin 2004 Yılı Rüzgar Enerjisi Kurulu Güç Dağılımı (MW)

Türkiye, Avrupa’da rüzgar enerjisi potansiyeli bakımından en zengin ülkelerden birisidir. Ülkemizdeki rüzgâr enerjisi kaynakları, teorik olarak Türkiye’nin elektrik ihtiyacının tamamını karşılayabilecek düzeydedir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve yaklaşık 3.500 km kıyı şeridi olan Türkiye, özellikle Marmara kıyı şeridi ve Ege kıyı şeridi ile sürekli ve düzenli olmaktadır. Bu bölgelerden başlamak üzere hızla rüzgar enerjisi yatırımlarına başlanmalıdır.⁸

EİEİ Genel Müdürlüğü ile DMI Genel Müdürlüğü tarafından rüzgar enerji sektörünün alt yapısını oluşturmak ve sektörün kısa, orta, uzun erimlerde etkili ve verimli yönde gelişimini sağlamak amacıyla Türkiye’nin rüzgar potansiyelinin belirlenmesi ve buna göre yatırım çalışmalarında yol gösterici olması için “Rüzgar Atlası” çalışması bitirilerek Haziran 2002’de yayınlanmıştır. Rüzgar enerjisi açısından Bandırma, Antakya, Kumköy, Mardin, Sinop, Gökçeada, Çorlu ve Çanakkale zengin bölgeler olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Bandırma, Bozcaada, Çeşme, Gökçeada, Çanakkale, Karadeniz Ereğlisi, Florya ve Siverek gibi bölgelerde yöresel potansiyel belirleme çalışmaları da yapılmıştır.

Türkiye’de ilk rüzgar elektriği, 1986 yılında Çeşme Altinyunus Tesisleri’nde kurulan 55 kW nominal güçlü rüzgar türbininden elde edilmiştir. Uluslararası boyutta ilk rüzgar elektriği, 21 Şubat 1998 tarihinde Çeşme Germiyan Köyü’nde üretilmiştir. Yap-İşlet-Devret Modeli ile işletmeye açılan ilk rüzgar enerjisi tesisi, 28 Kasım 1998 tarihinde işletmeye açılan Alaçatı’daki ARES adlı 12 adet türbininden oluşan rüzgar çiftliğidir. Yap İşlet Devret modeliyle kurulmuş ve şu an Türkiye’nin en büyük rüzgar enerji santrali BORES (Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali) 10,2 MW gücünde olup 25 Temmuz 2000’de Bozcaada’da kurulmuştur.

Türkiye’nin ekonomik rüzgar gücü potansiyeli hakkında farklı değerler belirtilmekle birlikte bu potansiyel 10.000 MW’tan 20.000 MW’a kadar değişim göstermektedir. Böylesine büyük farklılık, Türkiye’de bu konuda geniş ve yeterli ölçüde bir araştırmanın henüz yapılmadığını ortaya koymaktadır. 20.000 MW’ı Türkiye’nin ekonomik rüzgar gücü potansiyeli olarak kabul ettiğimizde ve bir rüzgar santralinin yıllık işleyiş süresini 2.500 saat aldığımızda 50 milyar Kwh’lik bir üretim kapasitesine ulaşma imkanı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Rüzgar enerjisi için saptanan hedefler, Avrupa Birliği dahil olmak üzere, tüm dünyada dinamik bir değişim göstermektedir. Başlangıçta Avrupa Birliği’nin rüzgar-

⁸ Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) - www.eie.gov.tr

dan 2005 yılı elektrik üretimi için hedeflediği %2'lik pay, ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca (ETKB) benimsenmiş, ancak yeterli yatırım kaynakları bu güne kadar ayrılmamıştır.

Ülkemizde Rüzgar santralleri, öncelikle potansiyelin yoğun olduğu Ege, Marmara, Güneydoğu ve Doğu Akdeniz Bölgelerinde gerçekleştirilmelidir.

Ülkemizde Haziran 2005 tarihi itibarıyla EPDK'dan rüzgar enerjisi üretmek için 38 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla rüzgar enerjisi konusunda kurulu güç toplamı 1.409 MW'a ulaşılmış olacak ve bu kurulu güç ile toplam 4.714.705.572 kWh/yıl üretim yapılabilecektir. Tesis edilecek bu kapasite Türkiye'nin 2003 kurulu gücünün %3,96'sı, 2004 üretiminin ise %0,44'ü oranındadır. Bu kapasite ile 112.900 MW'lık teknik potansiyelin yalnızca %1,25'i kullanılabilir olacaktır.

3.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji yerkürenin daha sıcak olan merkezinden yüzeye doğru sürekli olarak akan yerkürenin iç ısıdır. Dünya genelinde yeryüzüne ısı akışı ortalama 82 miliwatt/m² olarak varsayılır. Yerkürenin yaklaşık 10 km derinliği içindeki kayaların içerdiği ısının dünya enerji gereksinimini 6 milyon yıl karşılayacak büyüklükte olduğu tahmin edilmektedir. Yerkürenin içindeki bu enerji derinlerde iletim yoluyla kayalara, yer yüzeyine yaklaşıldıkça akışkanlar aracılığı ile taşınım yoluyla gerçekleşmektedir. Dolayısıyla Jeotermal enerji iklimden bağımsızdır.

Yer yüzeyine yakın olağan dışı sıcak bölgeler jeotermal alanları oluşturmaktadır. Jeotermal alanlardaki sıcak kayaç ve yüksek sıcaklıklı yeraltı suyu diğer alanlara göre daha sığ derinliklerde bulunmaktadır. Jeotermal sistemlerde ısı taşıyıcı akışkanlar meteorik kökenlidirler. Düşen yağışların bir kısmı geçirimli bölgelerden ısıtıcı kayaçların bulunduğu derinliğe kadar inerler, ısınarak tekrar yüzeye çıkar veya çıkarılırlar. Bu hiçbir zaman jeotermalin sürekliliği ve sonsuzluğu anlamına gelmemektedir. Jeotermalin sürdürülebilir olması doğru işletimi ile yakından ilgilidir. Ancak ülkemizde bu konuda yasal bir boşluk olup topluma ait bu kaynakların belli bir kısmı yanlış kullanım nedeni ile devre dışı kalmaktadır.

Jeotermal enerjinin tarihi, eski Romalıların doğal sıcak su olarak termal banyolarda ısıtma ve sağlıkta kullanmalarıyla başlar. ABD'de ilk olarak 1891 yılında Idaho'da, daha sonra 1900 yılında Oregon'da konut ısıtılmasında kullanılmıştır. 1904 yılında İtalya'nın Larderello şehrinde ilk defa jeotermal kuru buhardan enerjiyle elektrik üretilmiştir. 1960 yılında ilk ticari jeotermal enerjiden (kuru buhar) elektrik

enerjisi üretimi Amerika'da Kaliforniya'da yapılmıştır. 1969 yılında ise Fransa'da büyük şehirlerin jeotermal enerji ile ısıtılmasına başlanılmıştır.

Jeotermal enerji kaynaklarını, kuru buhar kaynakları, sıcak su kaynakları (atmosfere açık veya kapalı), derin yer kabuğu ısı (sıcak kayalar) ve magma (mutlaka geliştirilmesi gerekli) olarak tanımlayabiliriz.

Jeotermal enerji buhar veya sıcak su boruları ile güç santraline taşınarak elektrik üretiminde, buhar ya da sıcak su pompalanarak borular vasıtasıyla aynı zamanda evlerin ısıtılmasında da kullanılmaktadır. Ayrıca jeotermal enerji, konutların ısıtılmasında, üretimde proses ısı olarak, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde, tarımda, seracılıkta, kültür balıkçılığında, kaldırımlarda ve karların eritilmesinde de direkt olarak kullanılmaktadır.

Jeotermal enerji ile sürekli güç üretilebilmektedir. Jeotermal enerji, 5-10 MW güçte küçük santraller halinde kurulmaya ve geliştirilmeye uygun olması, uzun dönemde hava değişikliklerinden ve kullanıcılardan etkilenmemesi, fosil yakıtların fiyat dalgalanmalarından bağımsızlığı, fiyatının kömürlü termik santrallerle ve doğal gazla rekabet edebilecek kadar düşük olması, kapalı sistemlerde yaydığı emisyon değerinin sıfır olması nedeniyle çevre etkilerini göz önüne aldığımızda çok önemli bir enerji kaynağı olmaktadır.

Dünyada jeotermal elektrik üretiminde %17, elektrik dışı jeotermal uygulamalarda ise %87 artış olmuştur. Filipinler'de toplam elektrik üretiminin %27'si, İzlanda'da toplam ısı enerjisi ihtiyacının %86'sı jeotermalden karşılanmaktadır. Batı ABD'de jeotermal kurulu güç yaklaşık 2.850 MW olmuştur. (Utah Eyaletinin elektrik toplam ihtiyacının %2'si, Kaliforniya Eyaletinin %7'si ve Nevada Eyaletinin ise %10'u jeotermalden karşılanmaktadır).⁹

Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralaması, ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya şeklindedir. Dünya jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke sıralaması ise Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye biçimindedir.

Türkiye jeotermal enerjiden elde edilen elektrik üretimi yönünden ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya gibi ülkelerden sonra 14. sırada yer almaktadır.

⁹ Geothermal Education Office – <http://geothermal.marin.org>

Ülkemiz jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında ise 41 ülke arasında 7. sırada bulunmaktadır.

Ülkemiz jeolojik konumu ve buna bağlı tektonik yapısı nedeniyle jeotermal enerji açısından büyük öneme sahip olup, kaynak zenginliği yönünden dünyada 5. sırada gelmektedir. 1962 yılında MTA tarafından bir sıcak su envanter çalışması olarak başlatılan Türkiye'nin jeotermal enerji araştırması ile bugün toplam 600'den fazla termal kaynak (sıcak ve mineralli su kaynağı) bilgisine ulaşılmıştır.¹⁰

Bu çalışmalar sonucunda Türkiye'nin brüt teorik ısı potansiyeli 31.500 MW olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin teknik ısı potansiyeli 7.500 MW, kullanılabilir potansiyeli ise 2.843 MW'dir. Ülkemizdeki jeotermal kaynakların %95'i ısıtmaya uygun sıcaklıkta olup (40°C'nin üzerinde toplam 140 adet jeotermal alan) çoğunlukla batı, kuzeybatı ve orta Anadolu'da bulunmaktadır. Türkiye'nin toplam jeotermal ısı ve elektrik potansiyeli; 5 milyon konut ısıtma eşdeğeri veya 150 bin dönüm sera ısıtması, 1 milyon üzerinde kaplıca yatak kapasitesi, 9,3 milyar \$/yıl fuel-oil eşdeğeri (30 milyon ton/yıl), 30 milyar m³/yıl doğalgaz eşdeğerindedir.¹¹

Türkiye'de jeotermal enerji kullanımına ilk olarak ısıtma amacıyla 1964 yılında Gönen'de bir otelde başlanmıştır. Yine 1987 yılında Gönen'de konut ısıtmasında kullanılmaya başlanmış olup, kapasitesi 16,2 MW'tir.

Ülkemizde jeotermal ısı ve elektrik potansiyeli kullanımının dağılımı ise şöyledir;

Kaplıca Kullanımı	195 KAPLICA (327 MW- yılda 7 milyon kişi)
Toplam Doğrudan Isı Kullanımı	992 MW (Yılda 800.000 ton petrol - kalorifer yakıtı- karşılığı 563 trilyon TL/yıl)
Elektrik Üretimi	20 MW (Denizli – Kızıldere- 26 bin TEP)
Karbondioksit Üretimi	120 Bin ton/yıl

Ülkemizde jeotermal elektrik santralleri kurulmasına elverişli yüksek entalpili sahalar fazla sayıda bulunmamaktadır. Özellikle Aydın Germencik Söke jeotermal alanı, Denizli Kızıldere jeotermal alanı ve Nevşehir Acıgöl jeotermal alanı yüksek entalpili olup, elektrik üretimi ve entegre ısıtma için kullanılmaya uygundur.

¹⁰ TÜBİTAK – www.tubitak.gov.tr

¹¹ Türkiye Jeotermal Derneği – www.jeotermalderneği.org.tr

Türkiye'nin teorik jeotermal elektrik kapasitesi 4.500 MW olarak belirlenmiş, teknik potansiyel ise 500 MW civarında tahmin edilmektedir. Ancak yapılan sondajlara dayalı olarak ortaya konulan kesinleşmiş potansiyel ise 200 MW düzeyindedir. Geleceğe ilişkin projeksiyonlarda bu değer 2010 yılında 500 MW, 2020 yılında ise 1.000 MW olarak belirtilmektedir.

Denizli - Sarayköy'de kurulan ve 1984 yılında tesis edilen Türkiye'nin ilk ve şimdilik tek jeotermal santrali 20,4MW kurulu güce sahiptir. Santralin 2000 yılında 75,5 milyon kWh enerji ürettiği ve Türkiye genelinde tüketime sunulan enerji içindeki jeotermal payın %0,1 olduğu bilinmektedir. Özellikle elektrik açığının fazla olduğu Batı ve Kuzeybatı Anadolu'da yüksek entalpili elektrik üretimine elverişli kaynaklar, Orta ve Doğu Anadolu'da ise ısıtma amacıyla düşük entalpili kaynaklar bulunmaktadır.

Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde tamamen olmasa bile, doğrudan kullanım alanında, teknolojik açıdan yatırımların %90'ı yerli makina ve teçhizat tarafından karşılanabilecek bir düzeye ulaşmıştır. Dolayısıyla elektrik dışı uygulamalarda ulusal teknoloji kolaylıkla geliştirilebilir durumundadır.

Türkiye'deki jeotermal enerji kaynaklarının tümüne yakınının düşük entalpili olması, kaynakların değerlendirilmesinde endüstriyel proses ısısı ve konut ısıtmasına yönelmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır. Türkiye'nin gelecek yıllardaki enerji gereksinimleri dikkate alındığında jeotermal enerjinin tek başına çözüm olmayacağı; fakat enerji sorununda tamamlayıcı bir rol oynayacağı açıktır. Devletin ve özel yatırımcıların jeotermal kaynakların son derece çekici olduğu konut ısıtması ve proses ısısı gibi kullanımlara yatırım yapması, ülke ekonomisine yeni bir dinamizm kazandıracak, hava kirliliğini azaltma yanında petrol için harcanan döviz giderlerini de azaltacaktır.

Bu amaçla jeotermal kaynaktan modüler (5 MW civarı) elektrik enerjisi üretimi teknolojisinin ülkemizde kullanımının yaygınlaştırılması gereklidir. Üretilen elektriğin şebekeye bağlanmasına yönelik üretici desteklenmelidir.

Türkiye'de bu gün itibarıyla EPDK'dan jeotermal enerjisi üretmek için 5 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla jeotermal enerji kurulu güç toplamı 62 MW'a ulaşılmış olacak, bu kurulu güçte toplam 418.204.000 kWh/yıl üretim yapılabilecektir. Teknik potansiyelin %87,6'sı ise değerlendirmeyi beklemektedir.

3.4. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşten gelen ve yeryüzünde 0-1.100 W/m² değerlerinde bir ısı etkisi yaratan yenilenebilir bir enerjidir. Bu enerji ile ısıtmadan soğutmaya çok farklı ısı etkisinin kullanıldığı uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Ayrıca değişik teknolojiler ile elektrik enerjisi üretimi de gerçekleştirilebilmektedir. Güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kullanımlarına ülke enerji politikalarında yer verilmesi, enerji dış alımlarını azaltabileceği gibi fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılmasını da sağlayacaktır.

Güneş enerjisi ile çalışan ilk motorun patenti 1861 yılında alınmış olmasına karşın güneş enerjisi daha sonraki yıllarda (1970'lerdeki petrol - enerji krizine kadar) unutulmuştur.

Fotovoltaik Endüstri Birliği (EPIA) ve Greenpeace tarafından yayınlanan raporda dünyada 2040 yılına kadar küresel enerji gereksiniminin %26'sının güneş enerjisinden sağlanacağı ve 2 milyondan fazla kişiye istihdam imkanı sağlanacağı ifade edilmektedir.

Fotovoltaik hücreler (PV hücreler) gürültüsüz, çevreyi kirliletmeden, herhangi bir hareket eden mekanizmaya ihtiyaç duymadan güneş enerjisini direkt olarak elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir. PV hücreler hesap makinalarında, saatlerde, uydularda, aydınlatmada ve küçük aletlerin çalıştırılmasında yaygın olarak kullanılırlar. PV hücreler elektrik enerjisi iletim hattı bulunmayan ya da uzak olan yerlerde evlerin hatta köylerin, çiftlik evlerinin, su pompalarının, çeşitli aletlerin uzaktan kumandasında da kullanılmaktadır.

Günümüzde modern güneş pillerindeki ileri teknolojiler ile %20-30 ve daha yüksek verimlere ulaşılabilir. Bugün fotovoltaik yolla elde edilen elektrik enerjisinin maliyeti 0,1 dolar/kWh düzeyindedir.¹² Şu an için güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi, maliyet bazında diğer kaynaklara göre daha pahalı görünmekle birlikte, güneş pillerinin verimlerinin artırılmasına ilişkin sürdürülen çalışmalarla maliyetlerin daha aşağılara çekilmesi beklenmektedir.

Ülkemizde güneş enerjisi yaygın olarak evlerin sıcak su gereksiniminin karşılanmasında kullanılmaktadır. Özellikle Güney ve Ege kıyıları başta olmak üzere bütün bölgelerde güneş enerjisi kolektörleri halen yoğun olarak sıcak su amacıyla

¹² Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) - www.eie.gov.tr

kullanılmaktadır. Ayrıca bazı endüstriyel uygulamalar, hacim ısıtma uygulamaları (güneş mimarisi) ile elektrik üretiminde fotovoltaik pillerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Türkiye güneş enerjisi yönünden oldukça zengin bir ülkedir. EİEİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat) ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²-gün) olduğu tespit edilmiştir.¹³

Ülkemizde yıllık ortalama toplam güneş ışınımının en küçük ve en büyük değerleri sırası ile 1.120 kWh/m²-yıl Karadeniz Bölgesinde, 1.460 kWh/m²-yıl Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gerçekleşmektedir.

Tablo 1: Bölgelere Göre Güneşlenme Potansiyeli

Bölgeler	Toplam Güneş Işınımı (kWh/m ² -yıl)	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
Ege	1.304	2.738
Karadeniz	1.120	1.971
İç Anadolu	1.314	2.628
Doğu Anadolu	1.365	2.664
Marmara	1.168	2.409
Akdeniz	1.390	2.956
Güneydoğu Anadolu	1.460	2.993
Ortalama	1.303	2.622,71

Güneş enerjili sistemlerin dizaynı ve optimizasyonu için tüm güneş ışınımı değerleri gereklidir. Başlıca yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi; güneş enerjili su ısıtıcılarında, hububat kurutucularında, güneş fırınlarında ve ocaklarında, odun kurutulmasında, binaların soğutma ve ısıtma sistemlerinde, fotovoltaik pillerde kullanılabilecek alternatif bir enerji kaynağıdır.

Enerji üretimi amacına yönelik olarak yürütülen fizibilite çalışmaları sırasında, ülkemizin enerji konusunda mevcut meteorolojik verilerinin yeterli olmadığı saptandığından, bu amaca dönük olarak EİEİ ve DMİ Genel Müdürlüğü ile ortak bir proje çalışması başlatılmıştır. Bu proje kapsamında; Antalya, İzmir, Ankara, Aydın-Yenihisar, Adana-Yumurtalık'ta birer adet bilgisayar destekli güneş enerjisi gözlem

¹³ Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) - www.eie.gov.tr

istasyonu tesis edilmiş ve 5 yıl boyunca veri toplanması programlanmıştır. Ölçüm süresini doldurması nedeniyle İzmir'deki istasyon Kayseri'ye, Didim'deki istasyon da Balıkesir'e taşınmıştır.

Türkiye ısısal güneş enerjisi üretimi açısından Çin, ABD ve Japonya'dan sonra dünya dördüncüsü durumunda. Isısal güneş enerjisi üretim kapasitesi açısından Türkiye Avrupa'nın ilk sırasında yer almaktadır. Kişi başına düşen güneş kolektörü alanı açısından dünyada en çok kullanım 0,85 m²/kişi ile Kıbrıs, 0,55 m²/kişi ile İsrail, 0,2 m²/kişi Yunanistan'da gerçekleşiyor. Türkiye'deki durum ise 0,15 m²/kişi düzeyindedir.

Güneş enerjisinden yararlanma olanakları yönünden dünyanın en şanslı ülkelerinden biri olan ülkemizde güneş enerjili sıcak su sistemlerinin yaygınlaşması ile güneş kolektörleri kullanımı teşvik edilmelidir. Nüfusun ve enerji tüketiminin yoğun olduğu büyük kentlerde yerel yönetimlerle işbirliği yapılarak güneş kolektörlerinin yaygın kullanımı konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

Güneş enerjisi sıcak su sistemlerinin, güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde öncelikli olarak yeni yapılmakta olan binalarda kullanımını artıracak şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.

Konutlarda tüketilen enerjinin %80'i ısınmaya harcanmaktadır. Bu nedenle güneş mimarisi önemsenerak uygulanmalı, öncelikle büyük şehirlerden başlanarak yeni yapılmakta olan binalarda yönlendirme ve yalıtıma büyük önem verilmeli, ek maliyet getirmeden %30'lara varan ısı kazancı sağlayan mimari özellikler kullanılmalıdır.

Bu konuda ilgili meslek odaları ile işbirliği yapılarak bilinçlendirme kampanyaları düzenlenmelidir.

Kırsal alanlarda pişirme amaçlı kullanılan güneş ocaklarının yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

3.5. Biyokütle – Biyogaz Enerjisi

Biyokütle yeni-yenilenebilir enerji kaynakları içinde ciddi bir teknik potansiyele sahiptir. Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler "Biyokütle Enerji Kaynağı", bu kaynaklardan üretilen enerji ise "Biyokütle Enerjisi" olarak tanımlanmaktadır. Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Fotosentez ile enerji içeriği yaklaşık olarak 3,10 J/yıl olan

organik madde oluşmaktadır. Bu değer dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye karşılık gelmektedir.

Biyokütle ısı sağlamak, yakıt üretmek ve elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Biyokütle, Amerika'da hidroelektrik enerjiden sonra ikinci sıradaki yenilenebilir enerji kaynağıdır. Hesaplamalar Amerika'nın enerji ihtiyacının %3'ünü biyokütleden sağladığı şeklindedir.

Biyokütle–Biyogaz enerjisinin dünyada ilk kullanımına örnek 19. yüzyılda İngiltere'de foseptiklerde oluşan gazın sokak aydınlatmasında kullanılmasıdır.

Biyokütle kökenli en önemli dizel motoru alternatif yakıtı biyomotorindir. Biyomotorin (biyodizel), biyodizel, dizel-bi, yeşil dizel adları ile de bilinmektedir. Biyomotorin üretiminde bitkisel yağ olarak kolza, ayçiçek, soya ve kullanılmış kızartma yağları, alkol olarak metanol, katalizör olarak alkali katalizörler (sodyum veya potasyum hidroksit) tercih edilmektedir. Biyomotorin üretmek ve kullanmak için Türkiye yeterli ve uygun alt yapıya sahiptir. Türkiye'de kolza (kanola), ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinin enerji amaçlı tarımı mümkündür. Ülkemizde biyomotorin bir çok firma tarafından üretilmeye başlanmış ve bu alanda üretici firmalar bir araya gelerek bir yapılanma oluşturmuşlardır. Bu alanda yürütülen AR-GE çalışmalarına ise Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) Projesi olarak destek verilmektedir.

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışında yıldızı parlayan biyodizel'in dizel motor yakıtı olarak kullanılabilme özelliği bulunmaktadır. Biyodizel kimyasal olarak yenilenebilir yağ kaynaklarından türetilen uzun zincirli yağ asitlerinin mono alkol esteri olarak tanımlanabilir. Biyodizel biyolojik kaynaklardan (bitkisel ve hayvansal yağ) elde edilen ester tabanlı bir tür oksijenli yakıttır. Sıkıştırılmalı (dizel) motorlarda, jeneratörlerde, ısıtma sistemlerinde hiçbir değişikliğe gerek kalmaksızın %100 olarak kullanılabilir. İstenildiği takdirde petrol dizeli ile her oranda harmanlanabilir.

Dünyada özellikle 1980'li yıllarla birlikte Avrupa'nın çeşitli ülkelerinde küçük çapta da olsa biyodizel üretimine başlanmıştır. Uygulamanın ilk yıllarında belirli bir standart yokken gelişmiş ülkeler kısa bir süre sonunda standartlarını oluşturmuşlar ve biyodizelin kullanımını yaygınlaştırmak için yasal zorunluluklar getirmeye başlamışlardır.

Bu gün itibarıyla dünyada biyodizel 30'a yakın ülkede üretilmektedir. Almanya'da yıllık biyodizel üretimi 450.000 ton civarında olup %100 biyodizel içeren araç yakıtı 900'ü aşkın benzin istasyonunda kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır.

Ülkemizde 2003 yılında yaklaşık olarak 10000 ton biyodizel İstanbul, Bursa, Kocaeli, Ankara, İzmir, Adana, Mersin, Urfa gibi illerimizde küçük ve orta kapasitede üretilmiştir. Türkiye'nin bugün 450.000 ton/yıl biyodizel üretim kapasitesine ulaşmıştır.

AB ve ABD'de orman bölgelerinde biyodizel kullanılması zorunlu tutulmuştur. Türkiye'de orman bölgelerinde ve göllerde biyodizel kullanımını zorunlu kılınacak yasal düzenlemelerle biyodizel üretimi teşviklerle artırılmalıdır.

Ülkemizde hayvansal dışkı kaynaklı biyokütleden 2,8-3,9 milyar m³ biyogaz üretilebileceği anlaşılmıştır. Bu potansiyelin yıllık enerji cinsinden değeri 24,5 kWh'dir. Bununla da ülke toplam enerji tüketiminin yaklaşık %5'i karşılanabilecektir. Dünya Enerji Konseyi'nin 1990 yılı verilerine göre dünya enerjisinin %15'i biyokütleden sağlanmaktadır. Ancak bazı teorik çalışmalara göre biyokütle enerjisi 2050 yılına kadar dünyanın katı ve sıvı yakıt gereksinmesinin %38'ini, elektriğin de %18'ini sağlayabilecektir.

Çin, Meksika, Brezilya, Rusya, ABD ve Batı Avrupa ülkelerinde biyokütle'den elde edilen elektrik (biyoelektrik) giderek artan oranlarda kullanılmaktadır.

Biyoelektrik üretimi için değerlendirilebilecek atık ve enerji ormancılığı potansiyelinin ülkemizde mevcut olduğu bilinmektedir. 2003 genel enerji dengesi içerisinde 14.991 bin ton odun, 5.439 bin ton hayvansal-bitkisel artık arzı olmuştur. Bunun yanında ortalama değerlerle yılda 15 milyon ton evsel atık, 20 milyon ton belediye atığı oluşmaktadır.

Bir tür biyogaz materyali olan çöpün, çöp termik santralleriyle enerji üretiminde kullanılması, özellikle kentsel çöpün ortadan kaldırılmasını da sağlamaktadır. Böylelikle çöp yığınlarında açılan özel sondaj kuyuları ile metan gazı elde edilmektedir. Doğal biçimde, çöplerin fermentasyona uğraması sonucunda oluşan metan gazı, çöp yığınlarından sızmaama durumunda patlamalara neden olduğu gibi, atmosfere dağılması durumunda da sera etkisine yol açmaktadır. Metan sondaj kuyuları ile alınan gaz, çevre sorunu oluşturmadan gaz türbinli bir santralde yakıt olarak değerlendirilebilmektedir.

Ülkemizin toplam biyogaz miktarı 1,67 milyar m³/yıl'dır. Fermantör içi sıcaklığın 18 °C olması ve optimum fermantör sıcaklığında çalışılması durumunda bu potansiyelin 2,2-3,3 milyar m³/yıl arasında olması teorik olarak mümkün görünmektedir. Bu da 2,4 milyon ton taş kömürü eşdeğeri bir enerjiye karşılık gelmektedir.

EPDK'dan biyogaz enerjisi üretmek için 3 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla biyogaz enerjisine dayanan kurulu güç, toplamda 5,58 MW'a ulaşılmış olacak ve bu kurulu güç ile toplam 41.146.140 kWh/yıl üretim yapılabilecektir.

EPDK'dan çöp gazı enerjisi üretmek için 2 firma lisans almıştır. Alınan bu lisanslarla çöpgaz enerjisine dayalı kurulu güç toplamı 16 MW'a ulaşılmış olacak, bu kurulu güç ile toplam 116.310.000 kWh/yıl üretim yapılabilecektir.

Türkiye'de taşımacılıkta ve askeri taşıtlarda kullanılan biyodizel veya dizel-biyodizel karışımı yakıtın üretimi ve kullanımını, çeşitli yasal teşviklerle desteklenmelidir.

Yurt dışından tohum ve biyomotorin girişi engellenmeli ve yurt içi üretim desteklenmelidir. Bu uygulamada biyomotorin ve tohumların değişik isimler altında (örneğin kanola, kolza; biyodizel, yağ asidi metil etil esteri, yağ asidi etil esteri gibi) ülkemize giriş yapılmasını engelleyecek düzenlemelerin yapılması gereklidir.

Yağ oranı yüksek, maliyeti düşük, alternatif tarımsal hammadde araştırmaları yapılmalıdır.

Şeker Fabrikalarındaki alkol üretim teknolojileri rehabilite edilmelidir. Tam kapasite ile çalışmayan Şeker Fabrikaları modifiye edilerek biyoetanol üretim tesislerine dönüştürülmelidir. Yeni tesislerin kurulması teşvik edilmeli, desteklenmelidir.

Potansiyel biyogaz üreticilerine yakıtın tanıtımı yapılmalıdır.

Orta ve büyük ölçekli tesisler desteklenmelidir.

3.6. Dalga Enerjisi

Dünyanın enerji ihtiyacı gün geçtikçe artmakta ve bu ihtiyacı karşılamak amacıyla yapılan çalışmalarda en önemli yeri, en fazla potansiyele sahip enerji kaynağı olarak dünyanın $\frac{3}{4}$ 'ünden fazlasını kaplayan okyanuslar oluşturmaktadır. Okyanus enerjisi çevreyi kirletmeden, sürekli kendini yenileyerek tükenmeyecek bir kaynaktır. Bu konuda Avrupa Birliği tarafından yapılan araştırmalara göre, 2010'da okyanuslardan elde edilecek enerji ile 1 milyon evin enerji ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretilebilecektir. Okyanustan enerjisi üretimi gelgitler, okyanus ısısı, dalgalar, akıntılar, tuzluluk oranı ve metan gazından yapılır.

Bu yöntemlerden üçünü kısaca açıklarsak Gel-Git enerjisi ayın çekim kuvveti ile denizlerin yükselip alçalan seviye farklarını, termal enerji değişimi ise deniz suyunda oluşan sıcaklık farklarını; dalga enerjisi de deniz üstünde esen rüzgarların meydana getirdiği dalgalar arası farkları ifade etmektedir.

Okyanus dalgalarında trilyonlarca watt elektrik üretebilecek kadar potansiyel bulunduğu bilinmektedir. Dalga enerjisi üreten sistemler, enerjiyi ya okyanusun yüzeyindeki dalgalardan, ya da suyun altındaki dalgalanmalardan elde etmektedirler.

Gelgit hareketlerinden elektrik üretmek için, alçalan ve yükselen gelgit arasındaki farkın en az 5 metre olması gerekmektedir. Yeryüzünde bu büyüklükte gelgitlerin bulunduğu yaklaşık 40 bölge bulunmaktadır.

Avrupa Birliği yetkilileri tarafından Avrupa’da bu iş için uygun çok sayıda bölge tespit edilmiştir. Ayrıca Filipinler, Endonezya, Çin ve Japonya’da gelecekte geliştirilebilecek sualtı türbin alanları bulunmaktadır. Bugün dünyada 2 ticari gelgit barajı bulunmaktadır. Biri Fransa’da bulunan 240 MW gücünde La Rance santrali, diğeri de Kanada’daki 16 MW Annoapolis santralidir. Ayrıca gelgit olaylarının yaşandığı İngiltere’de gelgit barajı yapma yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Gelgit enerjisinden gelgit çitleri ile elektrik üretmek üzere yapılan en büyük çalışma ise daha hayata geçmemiş bir proje olan Dalupiri Geçidi projesidir. Filipinlere bağlı Dalupiri ve Samara adaları arasındaki geçite gelgit çitleri konularak gerçekleştirilmesi düşünülen proje kapsamında elektrik üretilmesi planlanmaktadır.

Hesaplamalara göre okyanuslardaki gelgit hareketleri hergün devamlı olarak 3000 TWh enerji kapasitesi taşımaktadır. Bu enerjinin %2’sinin (toplam 60 TWh) elektrik enerjisine dönüştürülebileceği sanılmaktadır.

Türkiye’nin Marmara denizi hariç açık deniz kıyısı uzunluğu 8.210 km’ye ulaşır. Turizm, balıkçılık ve kıyı tesisleri dışındaki kullanıma uygun 1/5’lik kısımda yaklaşık 18,5 TWh/yıl dalga enerjisi elde edilebileceği hesaplanmıştır.

Türkiye’de dalga enerjisi ölçümlerini yapacak ilk rasathane 19 Mayıs 2005 tarihinde Karadeniz Ereğli’de denize indirilmiştir. Bu rasathane 10 cm’den 1 metrelik dalgaya kadar alınabilecek temiz enerji birimini tespit edecektir. 2 yıl sürecek olan bu ölçümler ile Karadeniz’in dalga haritası çıkarılacaktır. Ayrıca bu rasathane 1 m² dalgadan elde edilecek dalga enerjisinin birim fiyatını da belirlemeye yardımcı olacaktır.

Okyanus Isısı Enerjisi (OTEC- Ocean Thermal Energy Conversion)

Okyanuslar yeryüzünün %70’inden fazla kısmını kaplayan alanlarıyla, çok büyük miktarda güneş enerjisi toplamaktadır. Okyanus ısısı enerji üretiminde, okyanusların güneşten topladığı ısıdaki enerji elektriğe dönüştürülmektedir. Bu yöntemle elektrik

elde etmek için yüzeydeki su sıcaklığı ile derindeki su sıcaklığı arasındaki farkın 20 derece olduğu yerler kullanılmaktadır. Bu konuda dünyada OTEC çalışmalarının en önemlisi Hawai' de yapılmıştır.

Okyanus ısısı enerji üretim tesisleri kurulmasının diğer canlılar için de faydalı etkileri olacaktır. Bu tesislerde derinlerdeki mineral bakımından zengin okyanus suyu kullanıldığı için, kıyıda bitkiler de bundan yararlanacaktır. Bunun yanı sıra, makinalar vasıtasıyla deniz suyu tuzundan arındığı için sanayi ve tarımda kullanılabilir bol miktarda su üretilecektir. Araştırmacılar çok yakın zamanda bu enerji üretim yönteminin yavaş yavaş tükenmekte olan fosil kaynakların yerini alacağına inanmaktadırlar.

3.7. Hidrojen Enerjisi

Yeni enerji kaynakları içinde hidrojenin önemi her geçen gün hızlı bir şekilde artmaktadır. Yıldız ve gezegenlerde serbest halde en çok bulunan element olan hidrojen, dünyada da fazla miktarda bulunmasına rağmen, serbest değildir. Bununla birlikte hidrojen birincil enerji kaynakları ile değişik hammaddelerden üretilebilmekte ve üretiminde dönüştürme işlemleri kullanılmaktadır.

Sınırsız kaynağa sahip olan ve havayı kirletmesi açısından içten yanmalı motorlarda kullanılan diğer alternatif yakıtlara göre pek çok avantaja sahip hidrojenin, içten yanmalı motorlarda kullanım çalışmalarına 1900'lü yıllarda başlanmış ve günümüzde de çok yoğun bir şekilde devam edilmektedir. Gaz haldeki hidrojen renksiz, kokusuz ve tatsızdır. Hafif olan kütlesi nedeniyle çok yüksek yayılma özelliğine sahiptir. Gaz haldeki hidrojen aynı hacimdeki havadan 15 kat daha hafiftir. Hidrojen enerjisi tüm enerji çeşitleri içinde neredeyse en ucuzu durumdadır. Birim kütle başına diğer bilinen tüm yakıtlardan daha fazla kimyasal enerjiye sahiptir.

1 m³ sudan 108,7 birim hidrojen üretilmekte, bu ise yaklaşık olarak 422 lt. benzine eşdeğerdir. Bu enerjinin bir özelliği de istenilen biçimde (katı, sıvı, gaz, metal-hidrit vs.) kolayca depolanabiliyor olmasıdır.

Kullanım alanları incelendiğinde hidrojenin, fosil yakıtlara göre çok daha fazla alanda kullanılabileceği ortaya çıkmaktadır. Hidrojen alevli yanma, doğrudan buhar üretimi, katalitik yanma, kimyasal dönüştürme, elektrokimyasal dönüştürme uygulamalarında yakıt olarak kullanılabilirken, fosil yakıtlar sadece alevli yanma uygulamalarında kullanılabilmektedirler.

Hidrojen sıvı ve yüksek basınç altında gaz halinde depolanmaktadır. Yakıt özellikleri incelendiğinde, hidrojenin motorlarda yakıt olarak kullanılması durumunda petrol kökenli motor yakıtlara oranla birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir. Hidrojenin yakıt olarak kullanılmasında, yanma ürünü olarak su buharı açığa çıkarılması ile çevreye hiçbir zararı yoktur. Hidrojenin boru hatları ile taşınabilmesinin yanında depolanabilmesi de elektrik enerjisi üretiminde de daha avantajlı kılmaktadır. Hidrojenin boru hatları ile iletiminin maliyeti elektrik dağıtım hatlarının maliyetinin sadece ¼'ü kadardır. Geleceğin yakıtı hidrojen için en uygun sistem, hidrojenli yakıt pili teknolojisidir.

Yakıt pilleri, sisteme dışarıdan sağlanan yakıt ve elektrokimyasal reaksiyonun gerçekleşmesi için gerekli olan oksitleyicinin kimyasal enerjisini doğrudan elektrik ve ısı formunda kullanılabilir enerjiye çeviren güç üretim elemanıdır.

Yakıt pili uygulama alanları; Uzay Çalışmaları/Askeri Uygulamalar, Evsel Uygulamalar, Sabit Güç Üretim Sistemi /Yüksek Güç Üretim Sistemi Uygulamaları, Taşınabilir Güç Kaynağı Uygulamaları, Atık ve Atık Su Uygulamaları, Taşıt Uygulamaları şeklindedir.

Ayrıca yakıt pilleri otobüs, kamyon, otomobil ve her türlü taşıt için yakıt görevi yapabilecek özelliklere sahiptir. Yakıt pilli araçlar, benzin ve motorin ile çalışan araçlara göre daha temiz ve enerji bakımından daha verimli bir uygulamadır. Günümüzde taşıt emisyonlarının çevre kirliliği üzerindeki etkileri düşünüldüğünde, yakıt pili ile çalışan araçlar çevre dostu ve kârlı bir seçimdir. Yakıt pilleri kullanımında taşıt gürültü kirliliği de görülür düzeyde azalmaktadır. Bir diğer avantaj da yakıt olarak hidrojen kullanıldığında araçlarda emisyon olarak sadece su oluşmasıdır.

Yakıt pillerinin gerek taşıt gerekse güç istasyonları uygulamalarında gelecekte çok önemli kullanım alanına ve sektörde büyük bir paya sahip olacağı açıktır. Dünyada önde gelen otomotiv şirketleri ve devletler, yakıt pillerinin geliştirilmesi ve araştırılması için çok yüksek miktarlarda kaynak ayırmaktadırlar. Çevre faktörünün önem kazandığı bu zamanda çevre dostu olmasının yanında yüksek verime de sahip olan yakıt pilleri, gelecekte uygun fiyat uygulamalarıyla öne çıkacak ve alternatif yakıtlar içinde önemli bir yer alacaktır.

Ülkemizde yakıt pillerine verilen önem diğer alternatif yakıtlara olduğu gibi düşük düzeydedir. Enerji politikamızda geleceğe dair yatırımlar içinde yakıt pillerinin de yer alması ve dünya ile aynı seviyede araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapıl-

ması gerekmektedir. Ülkemizde yakıt pili konusunda İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ve Yıldız Teknik Üniversitesinde (YTÜ) çalışmalar yapılmaktadır. Konutlarda yakıt pilinin kullanımı ve Türkiye’de yakıt pili üretimi amacıyla, TÜBİTAK-TİDEB tarafından desteklenen bir proje başlatılmıştır. Proje kapsamında, doğrudan hidrojenle çalışan veya bir yakıt işlemci (reformer) ilavesi ile, doğalgaz veya LPG ile de çalışabilecek, bir prototip üretilmesi hedeflenmektedir.

Günümüzde hidrojen depolama ve taşıma ortamı olarak büyük bir önem kazanmış olan sodyum borhidürü, ülkemiz özel bor kimyasalları içinde de önemli bir potansiyele sahiptir. Sodyum borhidürün benzer amaçlı diğer bileşiklere oranla daha fazla hidrojen depolayabilmesi, yanıcı ve patlayıcı olmaması, kolay kontrol edilebilir bir reaksiyon ile hidrojenini verebilmesi gibi özellikleri, yeni ve temiz enerji politikaları ile birlikte değerlendirildiğinde ülkemizin zengin bor kaynakları için yaygın ve kalıcı bir tüketim alanı yaratabilecektir.

Hidrojen enerjisinin kullanımında bor madeninin de yardımcı malzeme olarak teknolojiye dahil olması, bu maden açısından oldukça zengin olan ülkemizi stratejik düzlemde daha da önemli bir konuma getirmiştir.

Teknolojik yenilenmesini ve sanayi üretim sürecini hızlandırmak zorunda olan Türkiye, ilk 10 yılda hidrojen enerjisine geçiş için bütün yasal ve hukuki zeminleri hazırlamalı ve bu ikincil enerji kaynağını temin edeceği birincil sistemleri kurmalıdır. Daha sonraki aşamada ise bu yakıtın daha verimli depolanabilmesi ve taşınabilmesi için alternatif olarak önerilen hidrür üretim sistemlerini geliştirmeli ve borlu yakıt çözeltilerini piyasaya sunacak teknolojiyi hazırlamalıdır. Bu teknolojiler elektrik enerjisine dönüşüm için gerekli yakıt hücre sistemleri ile entegre olmalıdır.

Ülkemizde TPAO, Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Araştırma Merkezi, TÜBİTAK MAM ve Enerji Enstitüsü ile birlikte 2004 yılında hidrojen enerjisi üretmek için proje geliştirmeye başlanmıştır. Bu kapsamda doğalgazdan hidrojen üretmek, TPAO, BOTAŞ doğalgaz boru hatlarına %30 oranında hidrojen eklenmesi, İstanbul’da 12 adet belediye otobüsü için günde 300 kg hidrojen üretimi ve hidrojen sülfür yönünden zengin Karadeniz dip sularından hidrojen üretimi hedeflenmektedir. Karadeniz suları hidrojen sülfür bileşiği yönünden çok zengindir. Özellikle Amasya kıyılarında 1.000 metre derinlikte 9,5 miligram/litre ile hidrojen mevcudiyeti doruğa ulaşmaktadır.

Sonuç olarak çevre kirliliğine yol açmadan çeşitli alanlarda kullanılabilen esnek bir yakıt olan hidrojen, 21. yüzyılın yakıtı olarak düşünülmekte; üretimi, taşınma ve depolanması ve kullanılmasına ilişkin teknolojilerin geliştirilmesi için kapsamlı çalışmalar yürütülmektedir. Dünyadaki bu gelişmeler dikkate alınarak, hidrojen enerjisi ile ilgili çalışmalar ülkemizde de öncelikli AR-GE alanları arasında yer almalıdır. Hidrojen programları esas itibarıyla uzun döneme yönelik olmakla birlikte, mevcut enerji altyapısıyla çalışılabilecek kısa dönemli uygulamalar üzerinde de durulmalıdır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Enerji, toplumsal yaşamın başlangıcından itibaren insan ve toplum yaşamı için vazgeçilmezdir. Gelişen teknoloji ve artan enerji ihtiyacı ile birlikte geleneksel enerji kaynakları toplumun enerji ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmakta ve yine bu enerji kaynakları doğal yaşam ve çevreye zararlar vermektedir. Toplumsal yaşamın merkezinde yer alan ve kamusal bir hizmet olan enerjiye yönelik ihtiyacın belirlenmesi, karşılanması, iletilmesi, kısacası enerjide planlama yapılması kaçınılmaz bir zorunluluktur.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası, ülke ve toplum yararı doğrultusunda Türkiye'nin enerji politikalarının belirlenmesinde yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması, teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanılması konusunda üyelerinin ve konunun uzmanlarının birikimlerini sunabileceği, tartışabileceği, çözüm önerileri üretebileceği çeşitli platformlar oluşturmaktadır. Bu ortam ve çalışmalarda ortaya çıkan saptama ve önerilerden hareketle enerji yerli, yeni ve yenilenebilir enerji politikalarına ilişkin önerilerimiz genel taraflarıyla aşağıda sunulmaktadır.

1. Türkiye'nin enerji envanteri çıkarılmalıdır.
2. Ülkemizde enerji sektöründe 20 yıldır uygulanagelen politikalarla toplumsal ihtiyaçlar ve bunların karşılanabilirliği arasındaki açığı her geçen gün daha da artmaktadır. İzlenen özelleştirme politikaları sektörün toplumsal ihtiyaçları karşılaması yerine sermayenin azami kâr hırsını tatmin etme işlevi görmektedir. Bu nedenle enerjinin toplumsal hizmet olduğu bilinciyle sektördeki tüm özelleştirmeler durdurulmalı, verilen tüm imtiyazlar iptal edilmelidir.
3. Enerji tesislerinin projelendirilmesi ve mühendislik hizmetleri ülkemiz mühendislerince sağlanmalıdır. Böylece maliyetler düşerek finansman ihtiyacı azalacak ve Türkiye'de istihdamın artışına katkıda bulunulacaktır.

4. Enerji piyasasının işleyişi ve arz güvenilirliği çok iyi izlenmeli; öz kaynaklarımıza olanaklar çerçevesinde öncelik verilmeli, ulusal kaynak aramaları önemle sürdürülmelidir. Hidrolik ve linyit gibi yerli kaynaklarımızın ve yenilenebilir enerji uygulamalarının geliştirilmesi ve üretim yapabilmeleri için destek ve teşvikler formüle edilmelidir.

5. Sanayi politikaları çerçevesinde, enerji, ekonomi ve çevre arasında bir denge kurulmalı ve enerji politikalarına çevre faktörünün içsel bir unsur olarak entegrasyonu sağlanmalıdır. Enerji ve çevre politikaları ülkemizin kendi ulusal öncelikleri ve özgün koşullarına göre şekillendirilmeli.

6. Ülkemiz gerçekleri de göz önüne alınmak şartıyla, enerji sektörünün gerek stratejik önemi gerekse kaynakların rasyonel kullanımı açısından düzenleme, planlama, eşgüdüm ve denetleme faaliyetlerinin koordinasyonu açısından merkezi bir yapıya ihtiyacı vardır. Enerji sektörüne yönelik politikaların belirlenmesinde toplumun tüm kesimlerinin ve konunun tüm taraflarının görüşleri alınmalı ve söz konusu merkezi yapı özerk bir statüde olmalıdır. Enerji planlamasına ilişkin politika ve önceliklerin tartışılıp, yeniden belirleneceği bir platform mutlaka oluşturulmalıdır.

7. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesinde ilgili tüm taraflar temsil edilmeli ve bu kuruluşa Ulusal Enerji Enstitüsü kimliği verilmelidir.

8. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ülkemizde güneş, rüzgar ve jeotermal enerji kaynaklarının şu an yeterince değerlendirilemeyen mevcut potansiyelleri, verimli bir şekilde değerlendirilmelidir. Toplam enerji tüketimi içindeki diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırıcı önlemler alınmalıdır.

9. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesi için yasal düzenlemeler bir an önce hayata geçirilmelidir. Bu kaynakların enerji dönüşüm ve ünite donanımlarının yurdumuzda üretilmesi teşvik çalışmaları örgütlenmeli ve desteklenmelidir.

10. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili olarak, doğru ve akılcı bir şekilde, teknik ve kullanılabilir potansiyelin kısa vadede belirlenmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik yatırımlar teşvik edilmeli, AR-GE projeleri desteklenmelidir.

11. Yıllar itibarıyla hidrolik enerjinin genel üretimdeki payı azalmaktadır. Bu durum maliyetleri de artırmaktadır. Hidrolik potansiyelimizin %34'ü kullanılmakta, geri kalan bölümü atıl durumda olup ve DSİ Genel Müdürlüğü hesaplarına

göre her yıl 4 milyar dolar boşa akmaktadır. Su potansiyelinin en etkin ve en hızlı şekilde kullanılabilir hale getirilmesi için politikalar geliştirilmelidir.

12. Mevcut potansiyelinin %2,97'sinden yararlanılan jeotermal enerjinin tümüyle kullanılmasına dönük yatırımlar yapılmalı, araştırma ve kullanımla ilgili yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Bu çerçevede arama ve işletmeyi koordine edecek bir yapı oluşturulmalıdır.

13. Çevre dostu ve işletme maliyeti düşük olan rüzgar enerjisinde dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemiz potansiyelini maksimum düzeyde değerlendirme yönünde ayrıntılı fizibilite çalışmaları yapılmalı, bu konuda gelişmiş teknolojilerle yatırım olanakları sağlanmalıdır.

14. Güneş enerjisinden yararlanma konusunda teşvik edici politika oluşturulmalı, 2010 yıllarından itibaren kuruluş maliyetleri düşeceği bilinen fotovoltaik piller konusunda AR-GE çalışmalarına başlanmalıdır.

15. Ekolojik tahribata yol açmayan biyokütle enerjisinin üretimi, yakıtın türü, kullanımı konularında standartlaşmaya gidilmeli, bu yönde kısa, orta ve uzun erimli enerji planlamaları yapılmalıdır.

16. Doğayı ve çevreyi kirleten enerji üretiminde vergi zorunluluğu getirilmeli, bu parasal birikim bir fonda toplanarak, yenilenebilir ve temiz enerji teknolojileri için kullanılmalıdır.

17. Elektrik enerjisi üretiminde ulusal kaynaklara ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmelidir.

18. Elektrik enerjisi projeleri yüksek maliyetli yatırımlar olup, bu nedenle enerji kaynağı/yakıt temini, elektrik üretim tesisi, gerekli iletim ve dağıtım tesislerinin inşası bütünlüğü içerisinde ele alınmalı ve tüm yatırım aşamaları eşgüdüm halinde gerçekleştirilmelidir.

19. Ulusal elektrik sisteminin ve enerji sektörünün öncelikli temel gereksinimlerinin doğru saptanmasıyla kısa ve uzun erimli enerji yatırımlarının zamanında gerçekleşmesine dönük uygun politikalar ve kurumsal düzenlemeler yaşama geçirilmelidir.

20. Arz yaratma ve/veya arz kaybının önlenmesi ile genel hedeflerin birbirlerine uyumlu olarak ve dünya koşullarının göz önüne alınacağı kısa, orta ve uzun dönem ulusal makro-ekonomik planlara ve enerji politikalarına uygunluğu sağlanmalıdır. Arz güvenilirliği dünya ve ülke içi boyutları ile çok iyi incelenmeli ve tanımlanmalıdır.

21. Elektrik üretim sisteminde arz güvenilirliğinin sağlanabilmesi için çeşitli kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler dikkate alınarak arz planlaması yapıldığında elektrik enerjisi talebinin karşılanmasında su gelirlerindeki düşüş, santrallerde arıza gibi nedenler ile üretim kaybı olduğunda herhangi bir darboğazla karşılaşılması için gerekli kapasite ilavesi tespit edilmekte eksik veya atıl kapasite kurulması önlenmektedir. Atıl kapasitenin ülke ekonomisine olumsuz maliyeti ile karşılaşmanın tek yolu, uzun dönemde doğru talep tahminlerine dayalı arz planlamaları yapılması ve lisans verme aşamasında uygulanmasıdır.

22. Kojenerasyon uygulamaları için mümkün olduğunca yüksek verim alacak şekilde ısı/elektrik dengesinin oluşturduğu tasarımlar amaçlanmalı, süperkritik çevrim ya da kombine çevrim gibi verim artışı sağlayan ve gelişmekte olan teknolojiler yakından takip edilmelidir. Kojenerasyon uygulamaları konusunda ülke düzeyinde geçerli olacak uygulama kodları ve standartlar getirilmelidir. Bu teknolojilerin dünya genelinde tatmin edici performans veren uygulamalarının tesis edilmesinde geç kalınmamalıdır.

23. Genel olarak enerji tasarrufunu sağlayıcı politika ve zorunlu uygulamalar yürürlüğe konulmalıdır. Elektrikte %25'leri aşan kayıp ve kaçak oranını azaltacak yatırımlar hızlı biçimde yapılmalıdır. Enerji tüketiminde tasarrufu teşvik edici uygulamalara gidilmelidir. Tasarruf ve verimlilik konularında gerekli hukuksal düzenlemeler yapılmalıdır.

24. Enerji üretimine dönük elektromekanik sanayi kuruluşlarında proje geliştirilmeli, teknik hizmetler ve tasarım konularına önem verilmelidir. Üretilen projelerin sonuçlarının irdelenebilmesi açısından üniversitelerle birlikte deney laboratuvarları kurulmalıdır.

25. Enerji santralleri konusunda ülkemize uygun teknoloji geliştirilmeli, projelendirme ve tasarım konularına destek verilmelidir. Ülkemizde yeterli ve donanımlı teknik eleman ve iş gücü bulunmasına rağmen projelendirme ve tasarım konularında yabancı firmalara büyük bedeller ödendiği, özellikle hidroelektrik enerji santrallerinin elektromekanik teçhizat bedelinin %18 ile %26 arası bir bedelin proje ve tasarım ücreti olarak yabancı firmalara ödendiği gözetilerek enerji yatırımlarındaki rakamlara göre bu tutarlar milyar dolarlarla ifade edilebilir. Bunun için üniversite ve sanayi işbirliği ile proje-tasarım konularında çalışılmalı, gerekli mali destek devlet tarafından sağlanmalı, yatırımlarda yerli sanayinin oranı artırılmalıdır.

26. Ülkemizdeki elektromekanik imalatların uluslararası standartlara uygunluk testlerini yapabilecek bölgesel laboratuvarlar kurulmalıdır. Bu konuda AR-GE çalışma grupları oluşturulmalı, üniversitelerle işbirliği içinde projeler üretilmelidir. Seçilecek olan hedef ürünler için oluşturulacak AR-GE'ye imalatçı kârlarından ayrılacak bir fon ile kaynak temini sağlanmalıdır. Onaylı üretici şartnamesi ve akredite olmuş özerk laboratuvarlar vasıtası ile de kalite yönünden ilerleme sağlanmalıdır.

27. Ülkemizin kalori değeri düşük, kükürt içeriği yüksek linyitlerinin değerlendirilmesi açısından, yakıt olarak linyitin kullanıldığı termik santrallerimizde akışkan yataklı kazan teknolojilerine geçilmelidir. Yine SO₂ emisyonunun yönetmeliklerle de belirlenen sınır değerlerinin üzerine çıkılmaması yönünde termik santrallerde baca gazı desülfürizasyon tesisleri kurulmalı ve sürekli devrede tutulmalıdır. Ayrıca temiz yakma için linyit kömürleri ile bitümlü şist vb. malzemelerin karıştırılarak yakılmasına yönelik teknolojik gelişmeler takip edilerek hayata geçirilmelidir.

28. Ülkemizde emisyon emen alanların ormanların artırılması çalışmalarının sistematik bir şekilde başlatılması ile CO₂ emisyonunun azaltılması hedeflenmelidir. Odun ile ısınmanın yaygın olduğu ülkemizde ormanların kurtarılması için enerji ormanları uygulamaları gündeme getirilmelidir.